

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2000年11月30日

出願番号
Application Number:

特願2000-366129

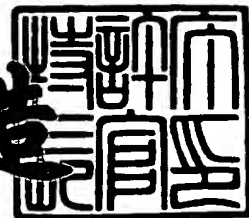
出願人
Applicant(s):

日立粉末冶金株式会社
株式会社デンソー

2001年 9月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3082623

【書類名】	特許願
【整理番号】	12-46
【提出日】	平成12年11月30日
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	F16D 9/00 B22F 3/24

【発明者】
【住所又は居所】 千葉県松戸市八ヶ崎 2 3 2 - 9
【氏名】 筒井 唯之

【発明者】
 【住所又は居所】 千葉県東葛飾郡沼南町塚崎 3 - 9 - 8
 【氏名】 石井 啓

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県知立市上重原町鳥居 7 0 - 2 第 1 知立社宅 2 4
0 2 号

【氏名】 谷村 圭宏

【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県岡崎市野畑町森越 3 5 - 4
 【氏名】 山田 耕二

【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県知多郡武豊町小迎 1 9 7 - 2
 【氏名】 青木 祐一

【特許出願人】

【識別番号】	000233572
【氏名又は名称】	日立粉末冶金株式会社
【代表者】	仙北谷 明夫

【特許出願人】

【識別番号】	000004260
【氏名又は名称】	株式会社デンソー

【代表者】 岡部 弘
【代理人】
【識別番号】 100096884
【弁理士】
【氏名又は名称】 末成 幹生
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 053545
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9704291
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 メカニカルヒューズおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 鉄系焼結合金からなることを特徴とするメカニカルヒューズ

【請求項 2】 前記鉄系焼結合金の気孔の円形度が 0.004 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載のメカニカルヒューズ。

【請求項 3】 表層部および気孔内壁部に酸化鉄相が形成されたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のメカニカルヒューズ。

【請求項 4】 Ni, Cu, Mo, Cr, Mn のうちの少なくとも 1 種を 0.7～5 質量%含有し、全体組成中の C の含有量が 0.1～0.7 質量%であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載のメカニカルヒューズ。

【請求項 5】 残留圧縮応力を付与する処理が施されていることを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載のメカニカルヒューズ。

【請求項 6】 前記残留圧縮応力を付与する処理がショットピーニング処理であることを特徴とする請求項 5 に記載のメカニカルヒューズ。

【請求項 7】 前記残留圧縮応力を付与する処理がメカニカルプレーティング処理であることを特徴とする請求項 5 に記載のメカニカルヒューズ。

【請求項 8】 軟窒化処理が施されていることを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載のメカニカルヒューズ。

【請求項 9】 表面が亜鉛クロメート被膜で被覆されていることを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載のメカニカルヒューズ。

【請求項 10】 2つの動力伝達軸の間に介在するものであって、一方の動力伝達軸に固定される内輪部と、他方の動力伝達軸に固定される外輪部と、これら内輪部と外輪部を連結する複数の腕部とを備え、かつ、これらが一体成形されていることを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載のメカニカルヒューズ。

【請求項 11】 鉄粉と、Ni, Cu, Mo, Cr, Mn のうちの少なくとも 1 種の含有量が 0.7～5 質量%となるべく調整されたニッケル粉、銅粉、モリブデン粉、フェロクロム粉またはフェロマンガン粉と、C の含有量を 0.1～

0. 7質量%とする量の黒鉛粉との混合粉を、所定の形状に圧縮成形する圧縮成形工程と、

圧縮成形工程で得られた圧粉体を無酸化雰囲気中で焼結する焼結工程とを特徴とするメカニカルヒューズの製造方法。

【請求項 1 2】 前記焼結工程の後に、前記焼結体をスチーム処理するスチーム処理工程とを備えることを特徴とする請求項 1 1 に記載のメカニカルヒューズの製造方法。

【請求項 1 3】 前記焼結工程または前記スチーム処理工程の後に、軟窒化処理を施すことを特徴とする請求項 1 1 または 1 2 に記載のメカニカルヒューズの製造方法。

【請求項 1 4】 前記焼結工程、前記スチーム処理工程、または軟窒化処理工程の間もしくは後に、圧縮残留応力付与を行うことを特徴とする請求項 1 1 ～ 1 3 のいずれかに記載のメカニカルヒューズの製造方法。

【請求項 1 5】 最終工程として、メカニカルプレーティング処理により亜鉛または亜鉛・鉄合金のフレーク状粒子の被膜を表面に積層し、次いで、金属亜鉛フレークと無水クロム酸およびグリコールを含む水分散液に浸漬し、この後、加熱処理することにより、表面に亜鉛クロメート被膜を被覆する工程を付加したことを特徴とする請求項 1 1 ～ 1 4 のいずれかに記載のメカニカルヒューズの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、動力伝達装置に過負荷が生じたときに動力伝達を遮断して装置の安全を図るために設けられるメカニカルヒューズと、その製造方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

上記メカニカルヒューズは、例えば、駆動側と従動側（例えば駆動軸と従動軸）の間に介在して駆動側の回転動力を従動側に伝達する動力伝達装置に設けられる。その作用は、回転動力が伝達されている最中に駆動側と従動側の間に大きな

差動が生じると、自身が破断することにより動力伝達を強制的に遮断するもので、その結果として、過負荷トルクが一方側に波及することによるロックや破壊の発生が回避されるのである。

【0003】

このようなメカニカルヒューズは、駆動側および従動側に固定される2つの固定部材間に、これら固定部材をつないで実質的に破断する破断部材が設けられた構成が一般的である。破断部材としては、具体的にはシャープピンやシャーププレート等が挙げられ、所定のトルクがかかったときに確実に破断する特性が求められている。ところで、破断に要するトルクの大きさは破断部材の材質や断面積によって調整することができるが、繰り返し荷重を受けることにより破断部材が疲労して強度が低下するような不安定な材料からなるものでは、信頼性が低く実用的ではない。このような特性を満足する材料として、従来では、疲れ強さが安定しており、かつ疲れ限度比（引張り強さに対する疲れ強さの比、 $\text{疲れ強さ} \div \text{引張り強さ}$ で求められる）の高いセラミックスが多く用いられていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

セラミックスは疲れ強さが安定している特長があるが、高価であるという欠点を有しており、したがって、より安価にメカニカルヒューズを得たいという要求がある。また、組立性や汎用性の改善のために破断部材を両側の各固定部材に一体化させて各固定部の間に破断部を介在させた形態のメカニカルヒューズも要求されているが、この形態では、各固定部の強度を確保し難いことや、破断が生じたときに破片が散乱するおそれがある等の問題を抱えることから、現状では採用されていない。

【0005】

したがって本発明は、2つの動力伝達軸がそれぞれ固定される固定部と、これら固定部を連結する破断部とを一体構造としたものであって、安価であり、かつ高い疲れ限度比を有することにより高い破断信頼性を得ることができ、さらには造形性に優れたメカニカルヒューズおよびその製造方法を提供することを目的としている。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明のメカニカルヒューズは、鉄系焼結合金で構成したことを特徴とする。
また、前記鉄系焼結合金の気孔の円形度が0.004以上の丸みを帯びた形状であることを特徴とする。

さらに、本発明のメカニカルヒューズは、表層部および気孔内壁部に酸化鉄相が形成された鉄系焼結合金からなることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

本発明のメカニカルヒューズによれば、まず、鉄系材料による焼結体であるから、複雑な形状であっても容易に造形可能であるという造形性に優れ、かつ安価に製造することができる。鉄合金は、応力を繰り返し付与したときの疲れ強さが安定する領域が、非鉄合金に比べて比較的長いという特性を有しているので、破断部の設計がし易く、換言するならば、破断応力が一定になりやすいので、高い破断信頼性を得ることができる。また、鉄系焼結合金は気孔率によって引張り強さが変化するので、破断部の設計条件の要素として密度を利用することができ、これによって破断応力の調整がより容易となる。

【 0 0 0 8 】

さらに、本発明のメカニカルヒューズは、気孔の円形度が0.004以上の丸みを帯びた形状であるため、切り欠き感受性が鈍化し、疲労による強度の低下が抑えられ、高い疲れ限度比を示す。気孔の円形度は、気孔の周囲長より求められる仮想円の面積に対する気孔の実際の面積の比で、気孔の周囲長を L 、気孔の面積を S としたとき、 $\text{円形度} = 4\pi S / L^2$ で表される、 $0 < \text{円形度} \leq 1$ （真円）の範囲の値である。円形度が1に近いものほど真円に近く、気孔が丸みを帯びた形状であることを示し、円形度が0.004以上であると切り欠き感受性が低下して疲れ強さが向上し、疲れ限度比も向上する。

【 0 0 0 9 】

上記のような丸みを帯びた気孔を得る方法としては、焼結前の圧粉体の酸素含有量を多くして焼結で還元する活性化焼結法が挙げられる。この方法は、具体的には、圧粉体を加熱して高温酸化させたり、圧粉体をスチーム処理したりした後

、焼結する方法である。また、通常の焼結温度（1100～1150℃程度）よりも高い温度で焼結する方法でも気孔に丸みを帯びさせることができる。さらに、焼結中に液相を多く発生する元素を添加することにより、焼結を活性化させることができる。また、鉄系焼結合金に後述するスチーム処理を施すことにより、表層部および気孔内壁部に酸化鉄相を形成することで丸みを帯びた気孔を容易に得ることができる。

【0010】

本発明のメカニカルヒューズの組成としては、Ni, Cu, Mo, Cr, Mnのうちの少なくとも1種を0.7～5質量%含有し、全体組成中のCの含有量が0.1～0.7質量%であることを特徴とする。

【0011】

上記添加元素は、鉄基地を強化するとともに、引張り強さおよび疲れ強さを向上させるのに有効であり、上記の記載順にこのような効果を引き出す能力が大きい。但し、疲れ限度比は、いずれの添加元素も含有量が一定の場合には同等である。疲れ限度比は、これら元素を含まない場合で約0.3程度であるが、これら元素の含有量が2～3.5質量%の場合には最大（約0.45）となり、含有量が多くなるにつれ疲れ限度比は低下する。上記添加元素の含有量が0.7～5質量%の場合において疲れ限度比は0.35前後となり、添加の効果が認められる。よって上記添加元素の含有量を0.7～5質量%とする。

【0012】

また、疲れ限度比は、全体組成中のCの含有量が0.1質量%の場合で0.35を超え、Cの含有量が0.3～0.5質量%の場合には最大（0.45）となり、さらにCの含有量が0.7質量%を超えると0.35を下回る。よって、疲れ限度比が向上してその値が0.35以上となるCの含有量は、0.1～0.7質量%である。

【0013】

本発明のメカニカルヒューズは、さらにショットピーニング、メカニカルプレーティング等の機械的に圧縮残留応力を付与する処理および／または軟窒化処理等の冶金学的に圧縮残留応力を付与する処理が施されていることを好ましい態様

とする。これらの圧縮残留応力付与工程においてメカニカルヒューズ表面に残留圧縮応力が付与されて疲れ強さが向上し、よって疲れ限度比の一層の向上が図られる。また、軟窒化処理は上記圧縮残留応力の付与の効果のみではなく、メカニカルヒューズ表面の硬さを向上させて耐摩耗性を向上させる効果も有する。なお、機械的残留応力の付与と軟窒化処理を併用する場合はどちらの処理を先にしても差し支えない。

【 0 0 1 4 】

また、本発明のメカニカルヒューズは、表面が亜鉛クロメート被膜で被覆されていることを好ましい態様とする。亜鉛クロメート被膜で被覆されたメカニカルヒューズは、表面の気孔が効果的に封孔されるとともに、耐食性に優れた亜鉛クロメート被膜により酸化が防止される。このため、破断応力の低下が抑えられ、破断信頼性が一層向上する。

【 0 0 1 5 】

本発明のメカニカルヒューズの具体的構成としては、2つの動力伝達軸の間に介在するものであって、一方の動力伝達軸に固定される内輪部と、他方の動力伝達軸に固定される外輪部と、これら内輪部と外輪部を連結する複数の腕部とを備え、かつ、これらが一体成形されていることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

このメカニカルヒューズによれば、腕部が破断部を構成し、この腕部が内輪部と外輪部とに一体化されている。鉄系焼結合金からなる一体構造であるため、腕部（破断部）の疲れ限度比と内輪部および外輪部の機械的強度を高いレベルで兼ね備えており、また、組み立ての必要がないといった利点がある。このようなメカニカルヒューズは、例えば軸継手として用いられる。

【 0 0 1 7 】

次に、本発明のメカニカルヒューズの製造方法は、上記本発明のメカニカルヒューズの最適な製造方法であって、鉄粉と、Ni, Cr, Mo, Mn, Cuのうちの少なくとも1種の含有量が0.7～5質量%となるべく調整されたニッケル粉、銅粉、モリブデン粉、フェロマンガング粉またはフェロクロム粉と、Cの含有量が0.1～0.7質量%とする量の黒鉛粉との混合粉を、所定の形状に圧縮成

形する圧縮成形工程と、圧縮成形工程で得られた圧粉体を無酸化雰囲気中で焼結する焼結工程と、焼結工程で得られた焼結体をスチーム処理するスチーム処理工程とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

本発明の製造方法では、原料の粉末は鉄合金粉ではなく、鉄粉に各添加元素の粉末を添加した混合粉である。このため、焼結中における添加元素の鉄への拡散過程で鉄粒子の冶金的結合が促進され、合金による基地強化と相まって疲れ強さの向上が図られる。

【 0 0 1 9 】

上記スチーム処理は、高温（例えば 3 7 0 ～ 3 8 0 ℃）のスチームを焼結体に噴射する処理であって、スチームは焼結体の表層部から内部に浸透して表層部および気孔内壁部に至り、これらの部分に錆びが生じて酸化鉄（ Fe_3O_4 ）相が形成される。このような酸化鉄相は、上述したように気孔に丸みを生じせしめて切欠き感受性を鈍化させる。これにより引張り強さは低下するものの疲れ強さは向上するので、疲れ限度比が高まる。なお、スチーム処理はメッシュベルト炉や高気圧が維持できるポット型炉を利用することができるが、後者の方が多くの酸化物をより深い部分まで形成することができる点で有効である。

【 0 0 2 0 】

なお、気孔に丸みを帯びさせる方法として活性化焼結法、高温焼結法、液相焼結法を前記したが、活性化焼結法の場合、焼結中に、圧粉体に含まれる黒鉛が圧粉体に含まれる酸素によって燃焼し、黒鉛含有量の割には結合する C の量が少なくなるので、減少する C の量だけ余分に黒鉛粉を添加する必要がある。また、高温焼結法ではより多くの加熱エネルギーを要するのでコストがかかる。さらに、液相焼結法は液相発生元素の多量の添加は却って疲れ限度比を低下させるので、添加量に注意が必要であり、また寸法のばらつきが大きくなるため寸法管理に注意が必要となる。

【 0 0 2 1 】

このように、上記の各種活性化焼結方法は有効ではあるが、スチーム処理は上記のような注意が必要ないため、酸化鉄相を形成して気孔に丸みを帯びさせ、こ

れにより疲れ限度比を向上させる手段としては、スチーム処理が最適である。

【 0 0 2 2 】

本発明の製造方法は、スチーム処理工程の後に、軟窒化処理を施すことを特徴とする。上述したように、軟窒化処理により残留圧縮応力が付与されて疲れ強さが向上し、よって疲れ限度比の一層の向上が図られるとともに、耐摩耗性の向上も図れる。

【 0 0 2 3 】

さらに、本発明では、前記焼結工程、前記スチーム工程、または軟窒化工程の間もしくは後に、ショットピーニング処理工程またはメカニカルプレーティング処理工程等の機械的圧縮残留応力の付与処理を施すことを好ましい態様とする。上述したように、機械的圧縮残留応力の付与処理により疲れ強さが向上し、よって疲労限度比の向上が図れる。

【 0 0 2 4 】

さらに、本発明では、最終工程として、メカニカルプレーティング処理により亜鉛または亜鉛・鉄合金のフレーク状粒子の被膜を表面に積層し、次いで、金属亜鉛フレークと無水クロム酸およびグリコールを含む水分散液に浸漬し、この後、加熱処理することにより、表面に亜鉛クロメート被膜を被覆する工程を付加したことを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

上記メカニカルプレーティング処理は、焼結体の表面に、鉄粒子の周囲に亜鉛粒子または亜鉛・鉄合金粒子が付着した複合粒子を、ショットピーニングと同様の手法で吹き付けてフレーク状の亜鉛粒子または亜鉛・鉄合金粒子の被膜を表面に積層する。この場合、鉄コア粒子は吹き付けの衝撃によって撥ね除けられる。次の処理、すなわち、金属亜鉛フレークと無水クロム酸およびグリコールを含む水分散液に浸漬し、この後、加熱処理することにより、亜鉛クロメート被膜が焼き付けられる。加熱処理時の温度は約 3 0 0 ℃ が適当であり、この加熱処理により、六価クロムが有機物によって還元され、水不溶性アモルファスの $n\text{CrO}_3 \cdot m\text{Cr}_2\text{O}_3$ が生成し、これがバインダとなって、積層された亜鉛フレークが相互に結合した亜鉛クロメート被膜が形成される。

【 0 0 2 6 】

このようにして亜鉛クロメート被膜で被覆されたメカニカルヒューズは、上述したように、表面の気孔が効果的に封孔されるとともに、耐食性に優れた亜鉛クロメート被膜により酸化が防止され、もって破断応力の低下が抑えられ、破断信頼性が一層向上する。

【 0 0 2 7 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の一実施形態を説明する。

図 1 は、本発明の一実施形態に係る鉄系焼結合金製の円盤状メカニカルヒューズ 1 を示している。このメカニカルヒューズ 1 は、図示せぬ 2 つの動力伝達軸の間に介在するものであって、一方の動力伝達軸の端部が固定される内輪部 2 と、他方の動力伝達軸の端部が固定される外輪部 3 と、これら内輪部 2 と外輪部 3 とを連結する複数（この場合 3 つ）の腕部 4 とを備えており、これらが一体成形されたものである。

【 0 0 2 8 】

内輪部 2 と外輪部 3 は、両者の間に形成された複数（この場合 3 つ）の円弧状のスリット 5 で分けられ、スリット 5 の内周側が内輪部 2、外周側が外輪部 3 である。そして、隣り合うスリット 5 の間が、径方向に延びる腕部 4 である。腕部 4 はシャーププレートをなすものであって、その内周側端部には、スリット 5 の一部をなす半円弧状の切欠き 5 a に挟まれることによって幅が狭くなる狭隘部が形成されており、この狭隘部が破断部 6 に設定されている。内輪部 2 および外輪部 3 は、構造材として必要な強度が確保される所定の肉厚を有している。

【 0 0 2 9 】

内輪部 2 の中心には軸孔 7 が形成されており、この軸孔 7 の内周部には、一方の動力伝達軸の先端に形成された雄ネジが装着される雌ネジ 7 a が形成されている。この雌ネジ 7 a は、焼結後に形成されている。一方、外輪部 3 には、他方の動力伝達軸を固定するためのボルト通し孔 8 が、スリット 5 に対応する位置に形成されている。メカニカルヒューズ 1 には、一方の動力伝達軸が、その先端の雄ネジを雌ネジ 7 a に締結することにより内輪部 2 に固定され、他方の動力伝達軸

がボルト通し孔 8 を利用してボルト止めされることにより外輪部 3 に固定される。すなわち、2 つの動力伝達軸は、メカニカルヒューズ 1 を介して同軸的に連結される。

【0030】

このメカニカルヒューズ 1 によると、例えば、内輪部 2 に固定された動力伝達軸から外輪部 3 に固定された動力伝達軸に、当該メカニカルヒューズ 1 を介して回転動力が伝達される。そして、回転動力が伝達されている最中に両軸の間に大きな差動が生じて破断部 6 に設定された所定の破断応力がかかると、破断部 6 が破断し、動力伝達が強制的に遮断される。

【0031】

【実施例】

次に、本発明の実施例によりその効果を実証する。なお、説明中の配合割合や組成に関する％は質量％である。

(1) スチーム処理と疲れ限度比について

鉄粉に、0.5％の黒鉛粉、2.0％の銅粉および0.75％のステアリン酸亜鉛粉を添加した混合粉を調整し、この混合粉を金型成形により密度 6.5 g/cm^3 に圧縮成形し、圧粉体を得た。次いで、この圧粉体を還元性ガス雰囲気中において 1130°C で焼結し、焼結体を得た。これらの焼結体のCの含有量は、金属組織を基に調べたところ0.3％であった。次に、得られた焼結体を切削加工して、引張り試験片と小野式回転曲げ疲労試験片を作成した。実施例の試験片として、メッシュベルト型炉およびポット型炉により 570°C でスチーム処理を施した。そして、各々の試験片につき、引張り強さ、回転曲げ疲れ強さおよび疲れ限度比（回転曲げ疲れ強さ÷引張り強さ）を求めた。また、各々の試験片について金属組織を倍率400倍で撮影した画像を、画像解析ソフト（三谷商事株式会社製Win R00F）を用いて、気孔の面積および気孔の周囲長を測定し、円形度を求めた。それらの結果を、表1に示す。

【0032】

【表 1】

スチーム処理	円形度	引張り強さ (MPa)	疲れ強さ (MPa)	疲れ限度比
無 し	0.0033	363	99	0.273
メッシュベルト型炉 (570℃×5min)	0.0040	334	121	0.362
メッシュベルト型炉 (570℃×15min)	0.0077	316	137	0.434
ポット型炉 (570℃×180min)	0.0125	305	149	0.489

【0 0 3 3】

表 1 によれば、スチーム処理を施すことにより引張り強さが低下する反面、円形度が向上して疲れ強さが上がることにより疲れ限度比が向上していることが判る。また、メッシュベルト型炉のものに比べてポット型炉のものの方がより疲れ限度比が向上していることが判る。この例では、スチーム処理を施さないものに比べて最大約 8 0 % の疲れ限度比の向上が確認された。また、円形度が 0. 0 0 4 以上で疲れ限度比の改善効果が確認された。

【0 0 3 4】

(2) 金属添加元素と疲れ限度比について

鉄粉への 0. 5 % の黒鉛粉および 0. 7 5 % のステアリン酸亜鉛粉の添加量を一定とし、これに加えて、Ni, Cu, Mo, Cr および Mn のうちの 1 種類の元素の含有量が、0. 1 %, 0. 7 %, 2 %, 5 %, 6 % となるように、金属粉またはフェロアロイ粉を添加し、表 2 に示す試料 No. 1 ~ 1 5 の混合粉を調整した。各混合粉を、金型成形により密度 $6. 5 \text{ g/cm}^3$ に圧縮成形して圧粉体を得、これら圧粉体を、還元性ガス雰囲気中において 1130°C で焼結し、焼結体を得た。焼結体の C の含有量は、金属組織を基に調べたところ 0. 3 % であった。次に、得られた焼結体を切削加工して、引張り試験片と小野式回転曲げ疲労試験片を作成した。そして、全ての試験片に対し、メッシュベルト型炉により 570°C でスチーム処理を施した。各試験片を用いて、引張り強さ、回転曲げ疲れ強さおよび疲れ限度比を求めた。それらの結果を、表 2 に示す。

【 0 0 3 5 】

【表 2】

試料No.	添加 元素	添加量 (質量%)	引張り強さ (MPa)	疲れ強さ (MPa)	疲れ限度比
1	Ni	0.1	240	75	0.31
2		0.7	305	120	0.39
3		2.0	379	164	0.43
4		5.0	470	168	0.36
5		6.0	520	168	0.32
6	Cu	0.1	200	60	0.30
7		0.7	255	90	0.35
8		2.0	316	137	0.43
9		5.0	400	140	0.35
10		6.0	440	141	0.32
11	Mo	0.1	160	50	0.31
12		0.7	207	83	0.40
13		2.0	253	110	0.43
14		5.0	321	112	0.35
15		6.0	359	113	0.31
16	Cr	0.1	150	45	0.30
17		0.7	192	77	0.40
18		2.0	237	103	0.43
19		5.0	300	105	0.35
20		6.0	330	106	0.32
21	Mn	0.1	140	38	0.27
22		0.7	185	65	0.35
23		2.0	221	96	0.43
24		5.0	284	98	0.35
25		6.0	308	99	0.32

【 0 0 3 6 】

表 2 によると、引張り強さは、いずれの元素が添加された場合にも約 2 % の含有量までは向上率が高く、それ以上では緩やかに向上する場合が多い。元素別では、Ni が最も引張り強さの向上に寄与し、Cu, Mo, Cr, Mn の順に引張り強さの向上効果が少なくなる。したがって、添加元素の種類により静的強度のレベルを調整することが可能であることが判る。また、添加元素およびその含有

量と、疲れ強さとの関係も、引張り強さと同様な関係を示している。

【0037】

疲れ限度比は、添加元素がない場合には0.3を下回ることが予測される。添加元素の含有量が増加するに伴って疲れ限度比は高くなり、含有量が2～3.5%で最大の0.43となり、それ以上の含有量では低下する。疲れ限度比が向上して0.35以上が確保される添加元素の含有量は、0.7～5%である。

【0038】

(3) C含有量と疲れ限度比について

鉄粉への2.0%の銅粉および0.75%のステアリン酸亜鉛粉の添加量を一定とし、かつ、黒鉛粉の添加量を0.2%、0.3%、0.5%、1%、1.1%とした3種類の混合粉を調整した。これら混合粉から、上記(2)の場合と同様に、圧粉体の成形、焼結、試験片作成、スチーム処理を行い、それぞれの試験片を得た。これらのCの含有量は、それぞれ0.02%、0.10%、0.30%、0.70%、0.80%であった。0.02%のCを含有するものに関しては金属組織では判別が困難であったため、化学分析によった。その他は金属組織を基に調べたCの含有量である。各試験片を用いて、引張り強さ、回転曲げ疲れ強さおよび疲れ限度比を求めた。それらの結果を、表3に示す。

【0039】

【表3】

C量 (質量%)	引張り強さ (MPa)	疲れ強さ (MPa)	疲れ限度比
0.02	120	36	0.30
0.10	208	81	0.39
0.30	316	137	0.43
0.70	431	151	0.35
0.80	457	151	0.33

【0040】

表3によると、Cの含有量が0.10～0.70%の範囲で疲れ限度比は0.35以上であり、Cの含有量が0.3～0.5%で最大の0.43を示す。比較

的高い疲れ限度比が確保されるには、Cの含有量が0.15～0.6%と推察される。

【0041】

(4) 軟窒化処理と疲れ限度比について

鉄粉に、0.5%の黒鉛粉、2.0%の銅粉および0.75%のステアリン酸亜鉛粉を添加した混合粉を調整し、この混合粉から、上記(2)の場合と同様に、圧粉体の成形、焼結、試験片作成、スチーム処理を行い、それぞれの試験片を得た。次に、実施例として試験片をアンモニアガス中において580℃で60分間加熱するガス軟窒化処理を施した。そして、ガス軟窒化処理を施したものと施さないもの(スチーム処理のみ)につき、引張り強さ、回転曲げ疲れ強さおよび疲れ限度比を求めた。それらの結果を、表4に示す。

【0042】

【表4】

ガス軟窒化 処理	引張り強さ (MPa)	疲れ強さ (MPa)	疲れ限度比
無 し	316	137	0.43
有 り	302	159	0.53

【0043】

表4によれば、ガス軟窒化処理を施すことにより疲れ強さが向上し、これによって疲れ限度比が大幅に向上することが確認された。これは、ガス軟窒化処理によって残留圧縮応力が付与されたからと推察される。

【0044】

(5) 亜鉛クロメート処理と疲れ限度比について

表2の試料No. 8の試験片(スチーム処理済み)に対し、実施例として亜鉛クロメート処理を施した。亜鉛クロメート処理は、株式会社日本ダクロシャムロックのダクロダイズド(商標名)によった。この処理は、まず、亜鉛・鉄合金粒子からなる複合粒子をショットピーニングと同様の手法で吹き付けてフレーク状の亜鉛・鉄合金粒子の被膜を表面に積層するメカニカルコーティングを施した後

、金属亜鉛フレークと無水クロム酸およびグリコールを含む水分散液に浸漬し、この後、300℃で12時間加熱処理して、亜鉛クロメート被膜を焼き付けるものである。

【0045】

次いで、亜鉛クロメート処理を施したものと施さないもの（いずれも表2のNo. 8の試験片）につき、JIS Z 2371に準拠する塩水噴霧試験を200時間行い、これらの引張り強さ、回転曲げ疲れ強さおよび疲れ限度比を求めた。それらの結果を、表5に示す。

【0046】

【表5】

亜鉛クロメート 処理	引張り強さ (MPa)	疲れ強さ (MPa)	疲れ限度比
無 し	148	44	0.30
有 り	316	137	0.43

【0047】

表5と表2のNo. 8を比較すると、亜鉛クロメート処理を施したものは塩水噴霧試験後も疲れ限度比は変化しておらず、一方、亜鉛クロメート処理を施さないと、引張り強さおよび疲れ強さはともに著しく低下し、疲れ限度比も低下することが判る。また、外観を観察したところ、亜鉛クロメート処理を施したものは塩水噴霧試験後も外観が銀白色に保たれており、表面が封孔されて耐食性が向上していることが推察された。これに対し亜鉛クロメート処理が施されていないものは、表面に赤錆びが発生しており、その錆びは、引張り強さおよび疲れ強さが低下していることから内部に進行していることが伺えた。

【0048】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、安価に得ることができ、かつ高い疲れ限度比を有することにより高い破断信頼性が発揮され、さらには造形性に優れたメカニカルヒューズおよびその製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態に係るメカニカルヒューズの正面図である。

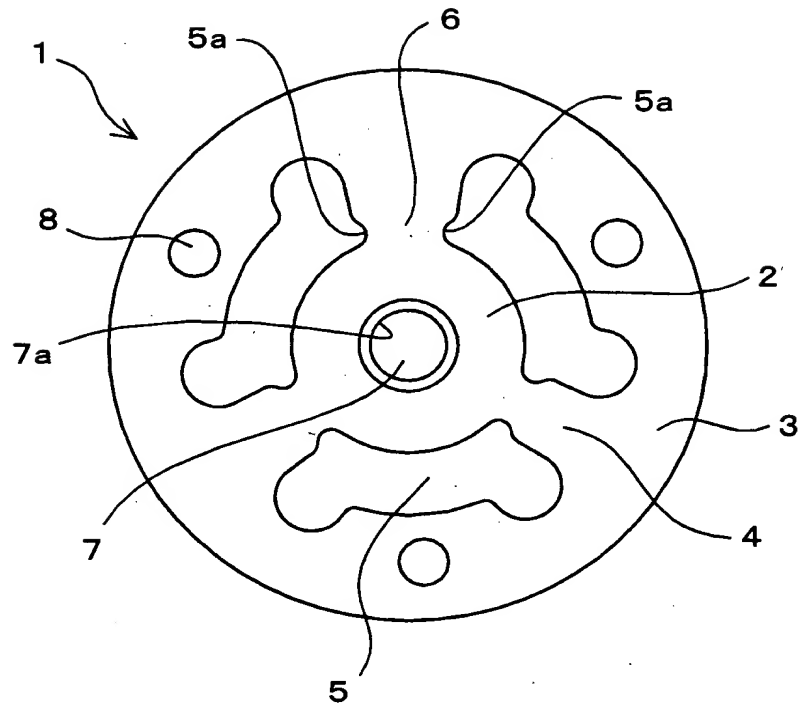
【符号の説明】

1 …メカニカルヒューズ、 2 …内輪部、 3 …外輪部、 4 …腕部。

【書類名】

図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安価であり、かつ高い疲れ限度比を有することにより高い破断信頼性を得ることができ、さらには造形性に優れたメカニカルヒューズおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 鉄系焼結合金からなるメカニカルヒューズであって、一方の動力伝達軸に固定される内輪部 2 と、他方の動力伝達軸に固定される外輪部 3 と、これら内輪部 2 と外輪部 3 を連結する複数の腕部 4 とを有し、これらを一体成形する。腕部 4 に、過負荷トルクを受けると破断する破断部 6 を設ける。スチーム処理を施すことにより、表層部および気孔内壁部に酸化鉄相を形成する。酸化鉄相が気孔に丸みを帯びさせ、切欠き感受性を鈍化させる。これにより疲れ強さ、ひいては疲れ限度比を向上させる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000233572]

1. 変更年月日	1990年 8月23日
[変更理由]	新規登録
住 所	千葉県松戸市稔台520番地
氏 名	日立粉末冶金株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日 1996年10月 8日
[変更理由] 名称変更
住 所 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
氏 名 株式会社デンソー